

농업용 저수지를 활용한 동화댐 소수력발전사업

Dongwha Dam Small Hydropower Generation

김 광 호*
Kim, Kwang Ho

1. 머리말

최근 국제유가가 배럴당 60달러를 육박하는 등 고유가 현상이 지속되고 있는 데다 교토 의정서 발효로 자동차 등 교통수단은 물론이고 전기, 냉난방 등 대부분의 에너지원으로 수입원유에 의존하는 우리나라는 고유가 시대가 가져오는 경제적인 고통과 함께 이제는 나라 안팎에서 대두되는 환경문제에도 직면하게 되었다.

2002년 조사에서 우리나라는 온실가스 배출량이 세계 10위로 금년 2월 16일 발효한 기후변화협약(교토의정서)에 의해 의무적으로 온실가스 배출량을 3차 공약 기간중(2013~2017)에 감축 이행하여야 하는 부담을 앓고 있으며, 산업 전반에서 화석연료의 의존도가 높은 우리나라는 의무 부담시 각 산업분야 및 경제활동에 상당한 지장을 줄 수 있을 것으로 보인다.

정부의 에너지 시책 추진방향을 살펴보면 선진국형의 효율적인 에너지 소비체계를 구축하기 위하여 에너지 소비 탄성치를 선진국 수준인 0.6으로 낮추고, 수요관리체계를 정비하며,

에너지 공급사의 수요관리 의무확대, 고효율 기기 기술개발, 제조업 육성, 보급지원 강화, 에너지 절약 전문기업(ESCO) 사업대상을 아파트 제조업체 등으로 확산되도록 지원하고 있다.

또한 지속발전 가능한 에너지시스템을 구축하기 위하여

- 환경 친화적 에너지 개발촉진 및 공급기반 확충으로 온실가스 배출을 줄이는 에너지시스템 구축을 유도하고,
- 중·소규모 태양광 및 연료전지 발전시스템을 우선·중점 개발하여 개별화된 에너지공급 시스템으로 전환하며,
- 대체에너지 개발 보급센터 설립, 대체에너지설비 인증제도 도입, 실증연구 단지조성 등 제도적 기반 및 지원체계 구축과 대체에너지 발전전력 우선구매제도, 대체에너지 시설설치 의무화 등을 추진하고 있으며,
- 대체에너지의 보급 확대를 위한 제도적 기반 및 지원체계구축을 위하여 대체에너지 발전전력 우선구매제도 정착의 일환으로 발전전력 기준가격지침(2002. 5. 30)을 통하여 태양광

*농업기반공사 남원지사(kkh9933@karico.co.kr)

716.40, 풍력 107.66원, 소수력 73.69으로 고시하였다.

상기와 같은 견지에서 볼 때 소수력 발전사업은 농업기반공사가 관리하고 있는 풍부한 부존 자원(댐, 저수지)과 양호한 개발여건을 감안할 때 순수부존 자원 이용 및 무공해 청정에너지를 생산할 수 있다는 점과 지속발전 가능한 에너지 시스템의 구축이라는 점에서 볼 때 매우 중요한 사업이 될 것으로 판단된다. 따라서 본고에서는 농업기반공사에서 추진하고 있는 동화댐 소수력 발전사업 중심으로 살펴보고자 한다.

2. 소수력 발전 사업현황

가. 국내외 현황

OECD 국가들의 에너지원별 이용률을 보면 원자력, 수력 등의 비중은 줄어드는 반면, 총 에너지에서 대체에너지가 차지하는 비중은 1993년 3.9%에서 2010년 4.7%로 증가할 것으로 전망된다.

구미선진국 및 중국 등은 국가 주요 산업화하여 이용하고 있으며, 독일의 경우 소수력발전

1개소당 평균 발전용량 58kW로 소규모의 소수력자원을 적극 개발하여 활용하고 있다.

2000년 IEA 자료에 의한 대체에너지 공급비중은 덴마크 8.5%, 프랑스 4.5%, 미국 4.1%, 일본 2.1% 이나 우리나라는 1.03%에 그치고 있다.

우리나라의 에너지원별 소비동향을 분석해 보면 석유가 51%, 유연탄 21%, 원자력 14%이나 수력은 1%에 지나지 않고 있다. 국내의 소수력 발전소는 총 38개소에 51,455kW 발전용량이 운영되고 있다.

나. 국가 소수력 발전사업 연차별 보급계획

1) 소수력발전 민간투자 활성화를 위해 차액 지원 기준가격의 현실화 방안강구 : 제도시행이 후 축적된 실적원가를 토대로 소수력의 적정기준가격 재산정 추진

2) 댐 건설 조력발전사업을 위한 새로운 지원 방안 개발 : 해양에너지 개발 및 대규모 SOC 건설차원에서 해수부, 건교부등 유관부처와 협력하여 댐 건설지원과 발전차액지원을 이원화하는 방안 등 검토

표 1. 국내·외의 소수력발전소 현황

국명	발전소 수	시설용량(MW)	사업자	발전소 수	시설용량(kW)
미국	1,715	3,420	개인	14	26,395
일본	600	538	한국전력공사	6	9,750
중국	58,000	13,250	수자원공사	12	11,974
프랑스	1,479	1,646	지자체	4	336
독일	5,882	341	농업기반공사	2	3,000

표 2. 소형 소수력발전 시범보급사업 추진계획

구분	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	계
보급대수[기]	5	10	20	35	75	105	150	400
보급용량[MW]	1	2	4	7	15	21	30	80

3) 양어장, 폐·하수처리장 등의 기존 시설물을 활용한 소형 소수력발전 시범보급사업 추진

다. 농업기반공사 소수력발전소 운영 현황 및 중장기 계획

1) 민간사업자 운영(목적외 사업)

- 경북 경천 : 800kW(400kW×2대, '95. 6. 발전개시)
- 경북 성주 : 1,800kW(500kW×3대, 300kW×1대, '00. 6. 발전개시)
- 전북 대야 : 3,000kW(500kW×6대, '93. 6. 발전개시)

2) 농업기반공사 직영

- 전북 동진 : 2,000kW(500kW×4대, '87. 1. 발전개시)
- 전북 남원 : 1,000kW(800kW×1대, 200kW×1대, '05. 6. 발전개시)

3) 중장기 계획

농업기반공사는 저수지를 활용한 소수력발전 개발 잠재량을 조사하여 총 관리저수지 3,299개소('01. 12월 기준)중 유역면적이 1,000ha 이상이며, 유효저수량이 2,000천m³ 이상인 소수력 발전 유망 저수지 336개소를 조사하여 2002년~2010년까지 21지구 49,304백만원의 사업 계획을 수립하였다.

3. 동화댐 현황

가. 위치 : 전라북도 장수군 변암면 죽림리

나. 댐 형식 : 중심 Core형 토사댐

다. 유역면적 : 47.0 km²

라. 홍수위 : 322.6 EL. m

마. 하계만수위 : 321.6 EL. m

바. 총저수용량 : 31.33 백만m³

사. 만수면적 : 1.27 km²

표 3. 연차별 사업계획

사업명	구분	계	연차별 발주 계획			
			'02	'03	'04	'05 ~ '10
소수력발전	개소수(지구)	21	1	3	3	14
	시설용량(kW)	24,652	1,000	3,600	2,800	17,252
	사업비(백만원)	49,304	1,705	6,065	5,500	36,034

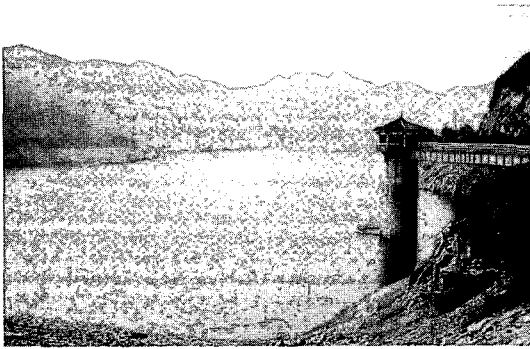


그림 1. 동화댐 전경

4. 동화소수력발전 개발사업 추진 현황

가. 사업목적

동화댐 농업용수 및 생·공업용수의 방류량을 이용하여 청정에너지를 활용함으로써 국가 유휴 자원의 효율화 및 환경 친화적인 접목으로 농업 기반공사 이미지 제고 및 경영수지 개선에 일조

나. 사업개요

- 총 사업비 : 2,129백만원
- 사업기간 : 2003. 12. ~ 2005. 05.
- 연간 발전량 : 4,119Mwh
- 연간발전수익 : 304,000천원

다. 사업추진 경위

- 2000. 7. 6 : 기본계획 확정
- 2002. 10. 11 : 이사회 의결
- 2002. 12. 03 : 소수력발전 전기사업 허가
- 2003. 12. 23 : 소수력발전사업 계약체결 (공사 착공) - 도급자 : (주)대양
- 2005. 5. 20 : 소수력발전사업 공사 준공
- 2005. 6. 02 : 동화 소수력발전소 사업개시

라. 시공상 문제점

• 동화소수력 발전소의 경우 유지관리의 편리성, 건설비용의 적합성 등을 검토하여 프란시스형 수차로 결정되고 설치된 바와 같이 앞으로 개발예정인 사업지구도 댐·저수지의 특성, 물관리의 특성, 관개면적의 변화, 년 강수량의 효

표 4. 발전소 시설용량

구분	단위	사업내용		비고	
		1호기	2호기		
수 차	형식	횡축 프란시스			
	효율	0.86	0.82	합성효율	
	회전수	900	1,800		
	사용수량	m ³ /sec	2.0	0.52	
발전기	형식	3상 교류 유도형	3상 교류 유도형		
	시설용량	kW	800	200	
	연간발전량	MWh	4,119		
	설비이용률	%	47.0		

올적 분석 등에 따른 적정한 발전출력 및 대수의 결정 등이 소수력발전소의 경제성을 평가할 수 있는 관건이 될 수 있을 것이다.

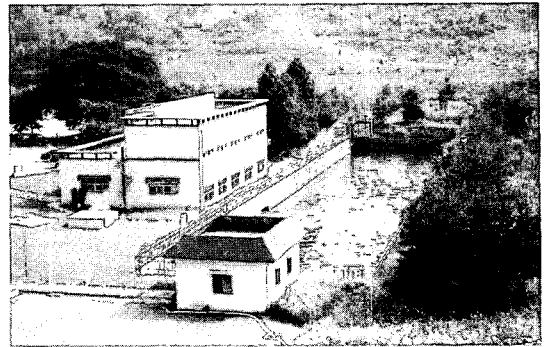
또한 사업추진시 수차 발전기의 성능검사에 대하여는 정격유량과 정격낙차를 부과한 상태에서의 검사를 실시할 수 있으므로 기본에 충실할 수 있도록 아래사항에 대하여는 재차 검토가 필요할 것으로 생각된다.

- 성능검사의 정확한 방법 제시 및 계약시의 명기

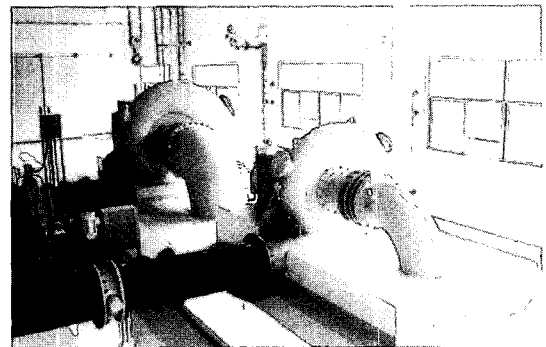
- 공사준공 이후 시운전기간 및 성능 보정기간 부여

- 소수력발전소 건설비 중 수차·발전기가 차지하는 비율이 크고 소수력발전소 운영기간 내내 계속 유지관리 하여야 하는 중요한 핵심기로서 본 동화댐에 설치된 프란시스형 수차의 국내 개발은 매우 큰 의미가 있다고 할 수 있겠다. 정읍지사 정우소수력 발전소의 경우 외국설비로 제작 설치되어 고장 발생시 부품의 확보가 매우 어렵고 보수에 어려움이 있어 다년간의 자체 인력의 경험과 노하우를 통한 기술력을 확보하여 유지관리를 직접 시행하고 있는 점을 감안할 때 동화 소수력발전소의 경우는 부품조달의 편리성과, 유지 관리의 신속성을 확보하였다고 할 수 있을 것이다. 그러나 국내 제작회사가 단일 개소인 점은 제작 및 설치시 엄격한 공정관리가 필요하고 정격효율의 확보, 관리 기법의 전수등 공사의 발주자로서 제반사항의 검토가 수반되어야 할 것으로 생각된다.

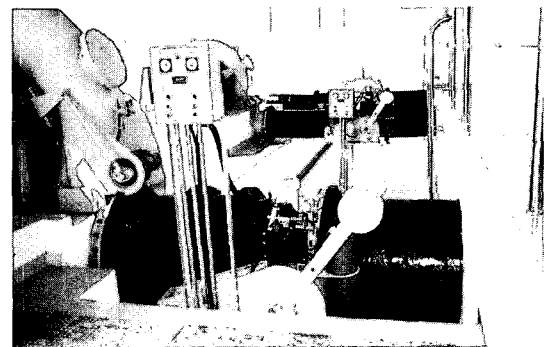
마. 전경



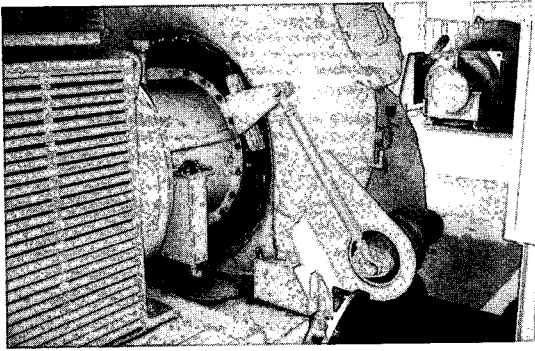
발전소 전경



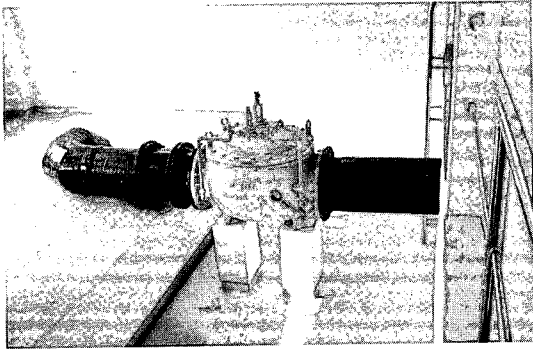
수차 및 발전기(800kW, 200kW)



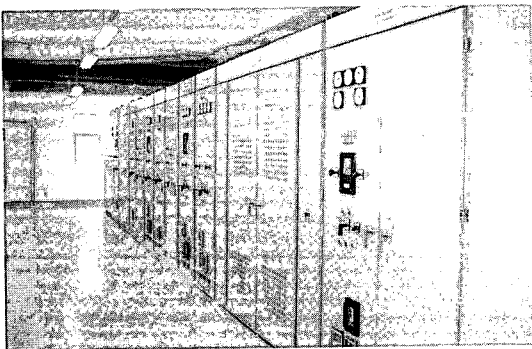
INLET Valve - 유압식



Wicket gate - 출력조정



비상방류 Valve



변전및제어설비 - TR 1,250kVA

바. 향후 전망 및 사업효과

현재 소수력발전의 단가는 kWh당 73.69원이며, 단가의 구성은 월 가중평균 계통한계가격과 차액지원기준가격으로 구성되어 있다. 정부는 현재 단가에 대하여 민간투자 활성화를 위하여 제도 시행 이후 축적된 실적원가를 토대로 소수력의 적정기준가격을 재산정 추진하고 있어 향후 발전단가의 상승이 기대되고 있다.

또한 본 동화소수력 발전소는 '05년 1,969 MWh 발전으로 사업수익 145백만원을 목표하고 있으며, '06년 이후부터는 4,119MWh를 발전하여 국가적인 에너지개발 차원 및 장기적인 무공해 전력생산 및 판매로 공사의 수익증대는 물론 기존의 농업용수 댐에 대한 파급효과는 지대할 것으로 여겨진다.

7. 맺는말

소수력발전은 화력 및 원자력과 비교할 때 환경에 대한 영향이 거의 없는 청정한 에너지로써 개발이 유망한 에너지임에는 틀림이 없다.

앞으로 농업기반공사는 과학적인 물관리 기관으로서 자체기술력 확보를 위하여 유지관리에 대한 노하우 축적과 인력운영의 효율성 등 손익 분석을 철저히 시행하여 적절한 인력배치 등 운영방안의 정립이 필요하다고 할 수 있을 것이다. 단순히 무인운전 설비를 갖추었다고 하여 무인으로 운전 하겠다는 사고방식은 재차 검토 수정되어야 할 필요가 있을 것이다.

단기적인 인건비의 절감만이 농업기반공사의 수익증대와 직결된다고는 할 수 없을 것이며, 동적인 기계장치에 대하여 현장성이 결여되는 무인운전은 오히려 위험한 방안이 될 수도 있음을 명심하여야 할 것이다.

기계·전기설비에 대하여 설치이후 초기 운전 시 다년간의 운전과 유지관리를 경험한 기술력이 배치된 현장과 그렇지 못한 경우는 장기적으로 큰 결과적 차이로 이어질 수 있을 것이며, 나아가 발전량의 감소와 농업용수 공급의 차질 발생 등 여러 가지 복합적인 문제를 야기할 수 있다. 이러한 측면에서 볼 때 설비의 초기 안정화는 매우 중요하다고 할 수 있을 것이다.

자체 인력의 교육과 개발이 이루어지고 전문화 하여야 할 것이다. 기계·전기설비의 모든 사업장에서 이루어지고 있는 “닭고, 조이고, 기름치자”라는 예방적 차원의 점검, 운전중의 점검, 정기적인 정밀점검, 그리고 전문 보수업체의 유지관리 계약등 세부적인 방안이 수립되고 시행되어야만 수명이 길어지고 효율이 상승될 수 있을 것이다. 그렇지 못하다면 그리 멀지 않은 미래에 대형 고장과 막대한 재산적 손실로 이어질 수 있음을 재차 인식하여야 할 것이다.

참고문헌

1. 이회평, 2005, 한국전력기술인협회, 에너지관리기법 및 사례 pp.3-41.
2. 문용권, 지식창고, 소수력발전사업 증장기 추진계획, 국내소수력발전용 수차개발 현황 etc.
3. 에너지관리공단 2005년도 신·재생에너지 개발 보급 실행계획, 제4회 소수력기술연구 세미나.